

Paysages géomorphologiques

Editeurs :

E. Reynard
J.-P. Pralong



CONFÉRENCE UNIVERSITAIRE
DE SUISSE OCCIDENTALE

sous l'égide de la Conférence Universitaire
de Suisse Occidentale (CUSO).

Actes du séminaire de troisième cycle de géographie
Paysages géomorphologiques

Organisé par
les Instituts de Géographie
des Universités de Lausanne et Fribourg
du 10 au 14 février et du 25 au 29 août 2003

Edition

Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL), novembre 2004

Impression

Easy Document, 1442 Montagny-près-Yverdon

Mise en page et graphisme

Gaston Clivaz, Jean-Pierre Pralong, Emmanuel Reynard

Tirage

350 exemplaires

Photos de couverture

La marge proglaciaire du glacier de Findelen (Zermatt, Valais) : un exemple de paysage géomorphologique visité lors du séminaire CUSO 2003 (photo : Jean-Pierre Pralong).

Lavaux (Vaud) : un paysage naturel et culturel soumis à une forte pression anthropique, protégé depuis les années 70 et digne de valorisation géotouristique (photo : Manon Genier-Rosset).

La publication de cet ouvrage a bénéficié d'un soutien financier apprécié de la part de :

- la Conférence Universitaire de Suisse Occidentale (CUSO)
- l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne (IGUL)

L'évaluation des géotopes géomorphologiques en Suisse

REYNARD Emmanuel

Institut de Géographie, Université de Lausanne, BFSH 2, CH – 1015 Lausanne

Emmanuel.Reynard@unil.ch

Résumé

L'évaluation des géotopes géomorphologiques en Suisse s'est développée au cours de la dernière décennie dans quatre domaines. (1) Des réflexions théoriques ont été développées par V. Grandgirard dans sa thèse de doctorat. (2) *Inventaires de géotopes* : Le rapport stratégique publié en 1995 par le Groupe de travail pour les Géotopes en Suisse propose différents critères pouvant être utilisés dans la réalisation d'inventaires de géotopes. Plusieurs cantons ont développé leurs propres méthodes d'évaluation. (3) *Etudes d'impact sur l'environnement (EIE)* : comme il est apparu que la géomorphologie n'était pas ou peu évaluée dans le cadre des études d'impact sur l'environnement, le Groupe de Recherche en Géomorphologie (GReG) de l'Université de Fribourg a développé des méthodes pouvant être utilisées dans le cadre d'EIE. (4) *Inventaires d'objets naturels* : des méthodes d'évaluation géomorphologiques ont été développées le cadre de deux inventaires fédéraux (sites marécageux, marges proglaciaires et plaines alluviales alpines).

Abstract

Improvements have been made on geomorphological site assessment in Switzerland during the last decade in four main domains. (1) Theoretical reflections were developed by V. Grandgirard in his PhD thesis. (2) *Geosite inventories*: the strategic report published in 1995 by the Working Group for Geosites in Switzerland listed several criteria to be used in the realisation of geosite inventories. Several Cantons developed their own assessment methods. (3) *Environmental Impact Assessment (EIA)*: because it was realised that geomorphology was not sufficiently assessed in EIA reports, the Research Group on Geomorphology at the University of Fribourg developed methods to be used within EIA procedures. (4) *Natural objects inventories*: methods for assessing the geomorphological quality of biotopes were developed within the framework of two inventories (the marsh landscapes and alpine alluvial zones and proglacial margins inventories).

1. Introduction

En Suisse, comme dans le reste de l'Europe occidentale d'ailleurs, l'environnement et les paysages naturels sont soumis à une pression croissante sous les effets conjugués de l'urbanisation, du développement des infrastructures de transport et de communication, de la protection contre les dangers naturels, du tourisme et des changements structuraux de l'agriculture.

Bien qu'ils constituent, comme on l'a vu (Reynard 2004), les piliers physiques des paysages naturels et anthropisés, la géologie et la géomorphologie sont mal connus et peu considérés dans ce processus d'anthropisation progressive du territoire (Brunsden 1993), sauf dans le domaine des dangers naturels.

Parmi les raisons qui peuvent être invoquées pour expliquer cette faible prise en compte de la qualité géologique et géomorphologique des paysages, il faut mentionner la relative difficulté à évaluer cette qualité et le fait que les géomorphologues se sont souvent assez peu impliqués dans les domaines de l'aménagement du territoire et de la protection de l'environnement, à part sur les questions de dangers naturels. La difficulté d'évaluer la qualité géomorphologique des paysages repose en partie sur l'absence d'outils et de méthodes d'évaluation et sur la faiblesse de la réflexion théorique concernant l'évaluation des géotopes géomorphologiques.

Durant les années 1990, l'évaluation des géotopes géomorphologiques a toutefois fait l'objet d'un développement théorique réjouissant, notamment en Italie (Panizza & Piacente 1993, 2003, Quaranta 1993, Carton et al. 1994, Coratza & Giusti 2004) et en Espagne (Rivas et al. 1997). En Suisse, Vincent Grandgirard (1995, 1997a, 1999) a proposé une méthode d'évaluation qui a par la suite été utilisée dans différentes études à plusieurs échelles (voir par exemple Hipp 2004 et Frattini 2004).

Différentes méthodes d'évaluation des géotopes géomorphologiques ont été développées et appliquées à des études de cas dans quatre domaines principaux :

- les inventaires de géotopes, à différentes échelles ;
- les études d'impact sur l'environnement ;
- les inventaires d'objets naturels (autres que les géotopes), réalisés dans le cadre de la *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage* (LPN) ;
- l'évaluation géotouristique des sites.

Dans cet article, nous discutons tout d'abord des principaux écueils dont il faut tenir compte dans tout travail d'évaluation, puis nous présentons succinctement les principales méthodes développées dans les quatre domaines cités, en les accompagnant d'exemples.

2. L'évaluation des géotopes géomorphologiques

L'évaluation des géotopes a fait l'objet d'une mise au point théorique par Grandgirard (1999). Les difficultés de l'évaluation découlent surtout de la grande disparité des objets géomorphologiques et des multiples objectifs de l'évaluation (Grandgirard 1999 : 59). Toute évaluation devra ainsi répondre, successivement, à trois questions (Grandgirard 1999 : 59) :

- **Quoi ?** quels objets doivent être évalués ?
- **Pourquoi ?** quel est l'objectif de l'évaluation ?
- **Comment ?** quelle méthode d'évaluation va être utilisée ?

Pour répondre à la première question¹, il est essentiel de tenir compte de la grande diversité de géotopes et de leur étendue spatiale plus ou moins grande. Il faut également savoir si l'on évalue uniquement les caractéristiques intrinsèques du géotope (valeur scientifique) ou si l'on tient compte des autres valeurs : écologique, culturelle, esthétique, voire économique. Finalement, il s'agit de définir l'échelle d'analyse et le périmètre de l'évaluation.

Grandgirard (1999 : 61) distingue trois contextes différents dans lesquels une évaluation des géotopes peut être réalisée :

- les **inventaires** consistent à établir une liste, accompagnée d'un classement, des objets géologiques et géomorphologiques. Ces inventaires peuvent être simplement des recensements d'objets, par exemple pour être intégrés dans des plans d'aménagement. Ils constituent ainsi une donnée de base dans un domaine mal connu des aménagistes. Un inventaire peut également viser la sensibilisation du grand public. Dans ce cas, l'inventaire sera moins exhaustif ; il se focalisera sur les éléments les plus démonstratifs. L'inventaire des géotopes d'importance nationale (ASSN 1999) fait partie de cette catégorie. Le troisième type d'inventaire est réalisé en vue de protéger les objets recensés, dans le cadre notamment de la *Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage* (LPN) ;
- une évaluation peut également être établie dans le cadre d'une **étude d'impact sur l'environnement** (EIE). Une telle évaluation aboutit souvent à une modification du projet ou à l'octroi de compensations ;
- on peut finalement procéder à une évaluation dans le cadre d'aménagements de **mise en valeur** d'objets géologiques et géomorphologiques.

La troisième question renvoie au choix de la méthode d'évaluation. Il s'agit tout d'abord de choisir entre une démarche basée sur l'avis d'experts ou sur une démarche systématique (Grandgirard 1999 : 62). Il faut ensuite établir les critères d'évaluation, en distinguant des critères

¹ Nous renvoyons à l'article de Grandgirard (1999) pour un développement exhaustif des enjeux de ces trois questions.

discriminants et non-discriminants (Grandgirard 1995, 1997a). On réfléchit finalement à la manière d'exprimer les résultats.

Grandgirard (1999 : 65) met également le doigt sur une série de contingences matérielles qui doivent être prises en compte lors d'une évaluation de géotopes et qui sont résumées à la figure 1.

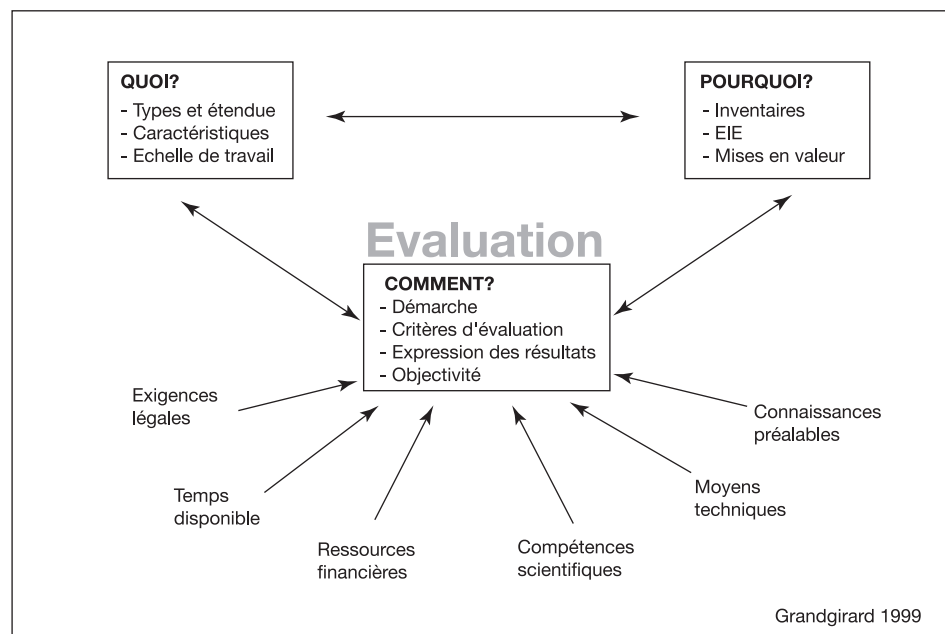


Fig. 1 Contingences à prendre en compte dans une évaluation de géotopes (Grandgirard 1999).

3. Les inventaires de géotopes

3.1 L'inventaire des géotopes d'importance nationale

La Suisse n'a pas d'inventaire officiel de géotopes au niveau national (Jordan 1999). Toutefois, un **inventaire d'experts** a été réalisé (ASSN 1999). Chaque expert a reçu un formulaire d'enquête ; les géotopes proposés devaient être appréciés en fonction de quatre critères :

- **l'intégrité** : degré de préservation des caractéristiques originelles du géotope ;
- la **rareté** : en fonction de l'espace suisse ou d'un espace de référence régional, mais également la rareté selon le type de géotope ou la rareté en raison de caractéristiques particulières ;
- la **valeur scientifique** : témoins de l'histoire de la Terre, objets exemplaires, localités-types, sites à haute valeur didactique, sites d'étude particuliers ;
- leur **intérêt particulier** : valeur écologique, visibilité, valeur esthétique, valeur culturelle, symbolique, touristique, etc.

Les 850 propositions ont ensuite été soumises à un examen critique de la part de certains experts et de responsables cantonaux et une liste

réduite de géotopes a été discutée lors de l'assemblée annuelle 1998 de l'ASSN à Airolo. Ce sont finalement 401 géotopes qui ont été retenus (ASSN 1999). La figure 2 donne un aperçu de leur répartition.

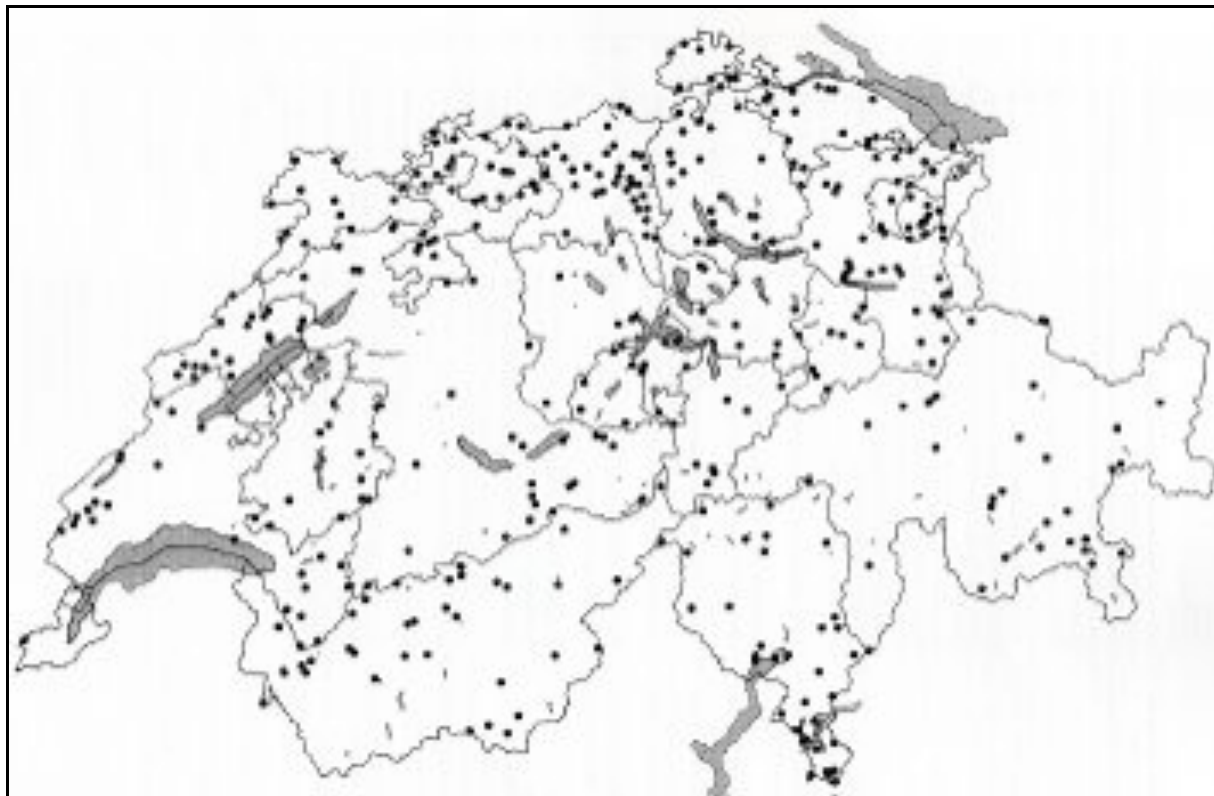


Fig. 2 Répartition des géotopes répertoriés dans l'inventaire d'experts des géotopes d'importance nationale (ASSN 1999 : 46).

3.2 Inventaires cantonaux de géotopes géomorphologiques

Différents cantons ont réalisé leur propre inventaire de géotopes. C'est notamment le cas des cantons d'Argovie (Baudepartment des Kantons Aargau 1982), de Zürich (Kyburz et al. 1983), de Zoug (Vogel 1986), des Grisons (Weidmann 1994), de Lucerne (Vogel 1995), de Fribourg (Grandgirard 1997a), de Thurgovie (Naef 2000, Hipp 2003, 2004), de St-Gall (Stürm et al. 2003) et de Schwyz (Lienert 2003) ; l'inventaire des géotopes du canton du Jura est en cours. La plupart des inventaires récents s'inspirent de la méthode d'évaluation développée par Grandgirard (1995, 1996, 1997a).

L'Inventaire des géotopes géomorphologiques du Canton de Fribourg (Grandgirard 1996, 1997a) est le seul inventaire d'orientation strictement géomorphologique. Il a été réalisé par l'Université de Fribourg sur mandat du canton, dans le cadre de la thèse de Grandgirard (1996, 1997a). La procédure a suivi cinq étapes :

- les objets à inventorier ont tout d'abord été **catégorisés** (formes isolées, ensembles de formes, complexes de formes et systèmes géomorphologiques) ;

- les objets ont ensuite été **inventoriés** sur la base de documents (cartes, photographies aériennes) et de la littérature scientifique ;
- l'**évaluation** a été réalisée au moyen des critères (facteurs et indicateurs) définis par Grandgirard (1995). Pour chacun des six facteurs (intégrité, géotopes englobés, représentativité-exemplarité, rareté, valeur paléogéographique et site d'intérêt particulier), une note comprise entre 0 et 3 a été attribuée. Une synthèse de l'évaluation s'est ensuite faite de manière qualitative (pas de calcul de moyenne par exemple, contrairement à la méthode proposée par Coratza & Giusti 2004) ;
- la **sélection** s'est basée sur deux conditions primordiales (Grandgirard 1997a : 97) : seuls les objets de haute valeur géomorphologique ont été sélectionnés et l'ensemble des géotopes sélectionnés devait être représentatif de la diversité géomorphologique du canton ;
- finalement, chaque géotope a été **caractérisé** par une fiche descriptive comprenant : un code d'identification (basé sur la catégorisation initiale), la localisation, une description du contexte et des caractéristiques de l'objet, une explication de la morphogenèse, les résultats chiffrés de l'évaluation et une série de références bibliographiques.

3.3 Inventaires régionaux et inventaires thématiques

Des inventaires sur des surfaces de référence plus petites ont également été entrepris. C'est le cas de l'inventaire des géotopes de la commune de la Chaux-de-Fonds (Rieder 1999), de l'inventaire des géotopes géomorphologiques du vallon de Réchy (Tenthorey 1994) ou de l'inventaire des géotopes géomorphologiques du Parc Naturel Régional du Doubs (Frattini 2004). Les approches ne changent pas fondamentalement de celles adoptées au niveau cantonal, comme on peut le constater à la lecture du texte de Frattini (2004).

Dans les inventaires thématiques, la sélection des objets d'importance ne se fait pas uniquement par rapport à un espace de référence, mais surtout par rapport au type d'objet. Grandgirard & Schneuwly (1997) ont développé une méthode pour la sélection des blocs erratiques de valeur du canton de Fribourg en vue de leur protection. 400 blocs ont été répertoriés sur l'ensemble du territoire cantonal, parmi lesquels 64 ont été sélectionnés sur la base de deux critères : la rareté lithologique et le volume². Leistam (en cours) teste actuellement la méthode développée par Giusti & Coratza (2004) sur un corpus de blocs erratiques du nord-vaudois.

² Vu le grand nombre d'objets, Grandgirard et Schneuwly (1997) ont par ailleurs testé différentes méthodes statistiques d'agrégation, dont les résultats ne sont toutefois pas concluants.

4. Les études d'impact sur l'environnement

En Suisse, les études d'impact sur l'environnement (EIE) sont réalisées lors de projets d'une certaine envergure³, en vertu de l'article 9 de la *Loi fédérale sur la protection de l'environnement* (LPE) du 7 octobre 1983 (RS 814.01). Les modalités de réalisation d'une EIE sont décrites dans l'*Ordonnance relative à l'étude de l'impact sur l'environnement* (OEIE) du 19 octobre 1988 (RS 814.011). L'administration a par ailleurs défini quels sont les domaines de l'environnement à considérer dans une EIE, au nombre de huit : air, eau, sol, faune et flore, paysage, occupation du sol, bruit et vibrations, rayonnement (OFEFP 1990). Comme le relève Grandgirard (1997b : 65), la géologie et la géomorphologie ne sont pas explicitement mentionnés comme des domaines à prendre en compte dans les EIE, « *ce qui semble exprimer le fait que ces composantes du milieu naturel ne requièrent pas de mesures particulières de protection, soit que leur valeur soit jugée nulle ou insignifiante, soit que leur apparente inertie les fasse considérer comme invulnérables* ». Les publications plus récentes relatives à la Conception Paysage Suisse (OFEFP 1998) montrent toutefois que la protection du patrimoine géologique et géomorphologique fait partie intégrante de la protection du paysage, l'un des 8 domaines de l'environnement concernés par les EIE.

Différents travaux (Brunsden 1993, Kienholz et al. 1988, Monbaron 1993) ont toutefois montré que dans la pratique la géomorphologie est mal évaluée et souvent absente. Une des raisons est certainement à trouver dans l'absence de méthodes permettant d'évaluer de manière objective les impacts. C'est ce qui a poussé différents chercheurs à développer des méthodes d'évaluation spécifiques aux EIE (voir notamment Panizza et al. 1996, Rivas et al. 1997, Grandgirard 1997b, Cendrero & Panizza 1999).

En Suisse, le Groupe de recherche en géomorphologie (GreG) de l'Université de Fribourg, animé par le Prof. Michel Monbaron a été particulièrement actif dans ce domaine et a mené différentes recherches théoriques (Monbaron 1993) et appliquées (Boyer & Grandgirard 1993, Perritaz et al. 1993, Grandgirard 1994, Spicher 1996).

A titre d'exemple, nous reprenons brièvement la méthode utilisée par Boyer & Grandgirard (1993) pour l'évaluation de l'impact de l'autoroute N16 (Transjurane) sur les vallées sèches du canton du Jura (voir aussi Boyer et al. 1995). Pour chaque objet, une fiche d'évaluation a été créée. Deux domaines ont été évalués : la valeur géomorphologique et la valeur paysagère. Pour chaque catégorie, des critères d'évaluation ont été notés et une moyenne standardisée pour chacune des catégories a été obtenue. Les deux valeurs ont ensuite été reproduites sur un diagramme bivarié permettant de sélectionner les vallées sèches les plus et les moins dommageables (fig. 3).

³ La liste des cas qui nécessitent une EIE est publiée en annexe de l'ordonnance fédérale sur les études d'impact sur l'environnement.

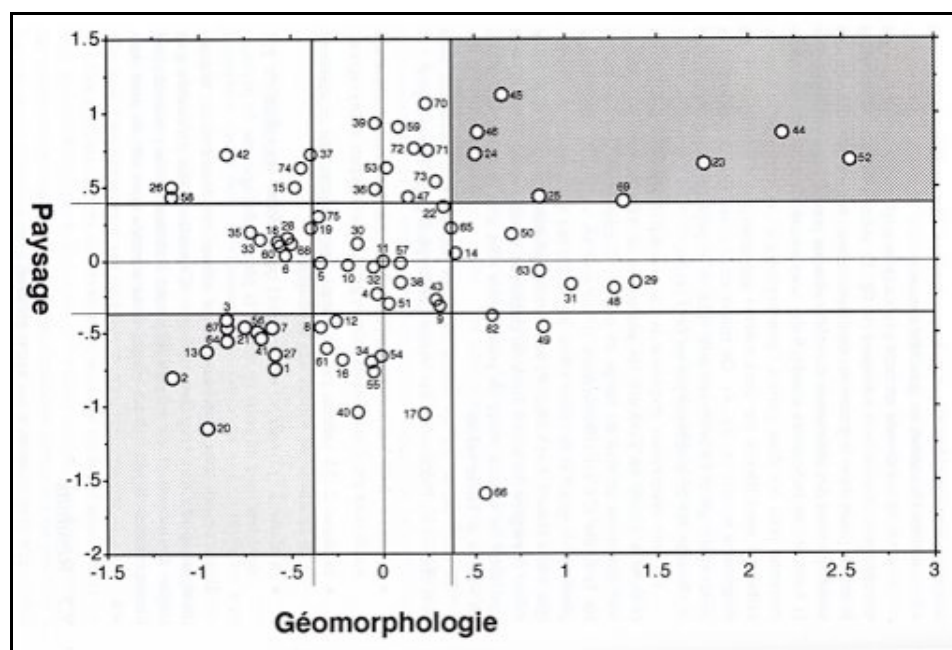


Fig. 3 *Evaluation des vallées sèches du Jura concernées par les impacts du tracé de la Transjuranne sur la base de critères géomorphologiques et paysagers (Boyer & Grandgirard 1993, p. 46)*

5. Les inventaires d'objets naturels

L'un des principaux instruments d'application de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) est la réalisation d'inventaires fédéraux d'objets naturels dignes de protection (voir Leimbacher 2001, Reynard & Gentizon 2004). La plupart de ces inventaires concernent la protection de biotopes. Deux inventaires ont toutefois fait l'objet d'une évaluation géomorphologique : l'*Inventaire fédéral des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale* (OFEFP 1996) et l'*Inventaire des marges proglaciaires et plaines alluviales alpines* (OFEFP 1999), réalisé en annexe à l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale (OFEFP 1991).

5.1 Les sites marécageux d'importance nationale

Dans le cadre de cet inventaire, réalisé par le bureau Hintermann et Weber (Stuber 1993), un accent particulier a été mis sur la géomorphologie. Chaque site visité a fait l'objet d'un inventaire paysager comprenant une description et une évaluation qualitative de différents éléments paysagers (fig. 4). « La prise en compte de la géomorphologie dans l'inventaire paysager est basée sur la qualité, la diversité et la densité des formes, ainsi que sur leurs relations avec les biotopes marécageux » (Stuber 1993 : 49). La valeur de chaque site a ensuite été obtenue en combinant les données géomorphologiques avec les milieux naturels, les modes d'exploitation et les traces d'activité humaine.

Fig. 4 Exemple de fiche d'évaluation des éléments géomorphologiques d'un paysage marécageux (Stuber 1993 : 51).

L'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale (OFEFP 1991) a été réalisé sur la base de seuls critères biologiques. Pour la seconde phase de cet inventaire, concernant spécifiquement les zones alluviales de haute altitude et les zones alluviales comprises dans des marges proglaciaires, une double évaluation, biologique et géomorphologique, a été réalisée. L'évaluation géomorphologique a été réalisée par le bureau Geo7 de Berne (Gerber 1995).

L'évaluation géomorphologique et la sélection des sites d'importance a été réalisée en plusieurs étapes. Sur la base de l'inventaire des glaciers suisses (1828 glaciers), tous les glaciers d'une taille inférieure à 0.3 km³ ont été éliminés, sauf s'ils faisaient partie d'un ensemble de glaciers. Sur les glaciers récents, ont été éliminés tous les glaciers ne donnant pas naissance à un cours d'eau (absence de zone alluviale) et tous ceux ne présentant pas une surface plane dans leur marge (absence de sandur). Les 470 glaciers restants ont fait l'objet d'une analyse par photographies aériennes afin de préciser leur richesse géomorphologique (présence de moraines, de tracés en tresses, de terrasses, etc.). 162 sites potentiels à haute valeur géomorphologique ont ainsi été définis et délimités sur des cartes topographiques. L'évaluation biologique et géomorphologique ont ensuite été combinées.

6. L'évaluation géotouristique

Récemment, différents chercheurs de l'Institut de Géographie de l'Université de Lausanne se sont intéressés à l'utilisation touristique des sites géomorphologiques (voir Reynard et al. 2003). Les sites sont tout d'abord classifiés en fonction des quatre types de valeur (scientifique, culturelle, esthétique, économique, voir Panizza & Piacente 2003) que l'on peut leur conférer. En fonction de l'utilisation de ces valeurs, les sites potentiellement touristiques sont classés en six catégories (Pralong & Reynard 2004 et tabl. 1).

Valeurs concernées	Valeur scientifique, culturelle, esthétique		Toutes les valeurs		Uniquement la valeur économique	
Typologie générale	Géomorphosite (GS) s.s.		Géomorphosite (GS) s.l.		Géomorphologie comme ressource	
Sous-catégories	Si protection	Si absence de protection	Si absence d'exploitation	Si exploitation	Si exploitation	Si absence d'exploitation
	GS protégé	GS au sens strict	GS au sens large	Ressource culturelle	Ressource économique	Cadre physique

Tabl. 1 Classification des sites géomorphologiques dans un contexte de développement touristique (d'après Pralong & Reynard 2004, modifié).

Actuellement, Pralong (en prép.) développe une méthode permettant d'évaluer le potentiel et l'utilisation géotouristique des sites géomorphologiques. L'auteur se propose d'évaluer les sites en deux étapes : une première phase permet de définir la valeur touristique des sites ; dans un deuxième temps sont évalués le degré et la modalité de l'exploitation touristique des sites.

La **valeur touristique** fait l'objet d'une quadruple évaluation de la valeur scénique, scientifique, culturelle et économique. Des critères *ad hoc* sont définis pour chacune des quatre valeurs et des scores compris entre 0 et 1 sont attribués à chaque critère. Une moyenne est ensuite établie. L'**évaluation de l'exploitation touristique** a pour but de mesurer le degré d'adéquation entre la valeur touristique (ou du moins le potentiel touristique des sites) et leur exploitation. En d'autres termes, il s'agit par exemple de mesurer si la haute valeur géoscientifique d'un site est prise en compte ou non dans l'exploitation touristique de ce site. Il s'agit d'une approche relativement quantitative qui rejoint les développements réalisés en Italie (Coratza & Giusti 2004) ou en Espagne (Rivas et al. 1997).

7. Conclusions et perspectives

Ce bref aperçu a permis de montrer, à travers différents exemples, le développement réjouissant de la recherche sur les géotopes géomorphologiques en Suisse, tout particulièrement au sein des deux universités romandes de Fribourg et Lausanne. Les méthodes développées visent à réduire le degré de subjectivité inhérent à toute évaluation du paysage. Elles permettent de redonner à la

géomorphologie une place qu'elle a perdu au profit des valeurs biologiques, dans les études appliquées du domaine environnemental. Des résultats intéressants ont été obtenus tant dans le domaine des études d'impact sur l'environnement, notamment dans le canton du Jura, que dans les études plus générales liées à la protection de la nature, notamment les inventaires de géotopes et les inventaires fédéraux d'objets naturels.

Il s'agit maintenant de continuer les inventaires systématiques, notamment au niveau cantonal. Le développement de grandes aires protégées (réserves de Biosphère, parcs naturels régionaux, parcs nationaux) offre des potentialités d'études que les géomorphologues devraient saisir. Il en est de même des différents projets de géoparcs. Sur un plan méthodologique, force est de constater que les méthodes de cartographie de la géodiversité et du potentiel géotouristique sont encore à leurs prémices et mériteraient une attention particulière.

Bibliographie

- ASSN (1999). Inventaire des géotopes d'importance nationale, *Geol. Insubrica*, 4, 25-46.
- Baudepartment des Kantons Aargau (1982). *Inventar der erdgeschichtlich schützenswerten Geigiete und Objekte*, Kanton Aargau, Baudepartment, Abt. Raumplanung.
- Boyer L., Grandgirard V. (1993). Evaluation du paysage, le cas des vallées sèches de l'Ajoie, *UKPIK, Cahiers de l'Institut de Géographie de Fribourg*, 9, 33-49.
- Boyer L., Grandgirard V., Monbaron M. (1995). Evaluation des vallées sèches de l'Ajoie, aspects hydrologiques et géomorphologiques, *Regio Basileensis*, 36/2, 165-173.
- Brunsdon D. (1993). The nature of applied geomorphology, In: Panizza M., Soldati M. & Barani D. (Eds.). *First European Intensive Course on Applied Geomorphology – Proceedings*, Università degli Studi di Modena, Istituto di Geologia, 3-11.
- Carton A., Cavallin A., Francavilla F., Mantovani F., Panizza M., Pellegrini G. G., Tellini C. et al. (1994). Ricerche ambientali per l'individuazione e la valutazione dei beni geomorfologici – metodi ed esempi, *Il Quaternario*, 7/1, 365-372.
- Cendrero A., Panizza M. (1999). Geomorphology and Environmental Impact Assessment : an introduction, *Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, III, T. 3, 167-172.
- Coratza P., Giusti C. (2004). A methodology for the assessment of scientific quality of geomorphosites, *Il Quaternario*, Special Issue, in press.
- Fratini N. (2004). Exemple d'inventaire de géotopes géomorphologiques: le cas du Parc Naturel Régional du Doubs, In: Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). *Paysages géomorphologiques*, Compte-rendu du séminaire de 3^{ème} cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches N° 27, 2004, 175-192.
- Gerber B. (1995). Das Projekt IGLES. Inventar der Gletschervorfelder und alpinen Schwemmebenen als Ergänzung des Bundesinventars der Auengebiete von nationaler Bedeutung, *Regio Basileensis*, 36/2, 201-207.
- Grandgirard V. (1994). *Aperçu géomorphologique du canton de Fribourg*, Université de Fribourg, Institut de Géographie, Groupe de recherche en géomorphologie.

- Grandgirard V. (1995). Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques, *UKPIK, Cahiers de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg*, 10, 121-137.
- Grandgirard V. (1996). Gestion du patrimoine naturel, l'inventaire des géotopes géomorphologiques du canton de Fribourg, *UKPIK, Rapports de recherche de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg*, 8, 181-195.
- Grandgirard V. (1997a). *Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage*, Université de Fribourg, Faculté des sciences, Thèse de doctorat.
- Grandgirard V. (1997b). Géomorphologie et études de l'impact sur l'environnement, *Bull. Soc. Frib. Sc. Nat.*, 86, 65-98.
- Grandgirard V. (1999). L'évaluation des géotopes, *Geol. Insubrica*, 4, 59-66.
- Grandgirard V., Schneuwly D. (1997). Auswahl und Schutz bedeutender Findlinge im Kanton Freiburg (Schweiz), *Geowissenschaften*, 12, 402-407.
- Hipp R. (2003). Beispiele zur Umsetzung des Geotopschutzes im Kanton Thurgau, In : Geisser H. (Ed.). *Beiträge zur Geologie des Kantons Thurgau*, Frauenfeld, Mitt. der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft 59, 169-188.
- Hipp R. (2004). Beispiele zur Umsetzung des Geotopschutzes im Kanton Thurgau, In : Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). *Paysages géomorphologiques*, Comptendu du séminaire de 3^{ème} cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches N° 27, 2004, 161-173.
- Jordan P. (1999). Geotopschutz – die rechtliche Situation in der Schweiz, *Geol. Insubrica*, 4, 55-58.
- Kienholz H., Gerber B., Mant P. (1988). Zur Beurteilung geomorphologischer Aspekte im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen, *Zeitschr. Für Geomorphologie N.F.*, Suppl. Bd, 70, 187-203.
- Kyburz W., Hantke R., Pavoni N. (1983). *Inventar der geologischen Objekte des Kantons Zürich*, Kanton Zürich, Amt für Raumplanung, Fachstelle Naturschutz.
- Leimbacher J. (2001). *Bundesinventare. Die Bedeutung der Natur- und Landschaftsschutzinventare des Bundes und ihre Umsetzung in der Raumordnung*, Bern, VLP-ASPAN.
- Leistam A. (en cours). *Inventaire des blocs erratiques du Nord-Vaudois*, Université de Lausanne, Institut de Géographie, Mémoire de licence.
- Lienert S. (2003) (Hrsg.). *Geologie und Geotope im Kanton Schwyz*, Einsiedeln, Bericht der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft, 14.
- Monbaron M. (1993). La géomorphologie, élément indispensable dans toute étude d'impact sur l'environnement, *UKPIK, Cahiers de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg*, 9, 113-130.
- Naef H. (2000). *Das Geotop-Inventar im Kanton Thurgau, Kurzfassung*, Frauenfeld, Amt für Raumplanung.
- OFEFP (1991c). *Inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale*, Berne.
- OFEFP (1996). *Inventaire fédéral des sites marécageux d'une beauté particulière et d'importance nationale*, Berne.
- OFEFP (1998). *Conception « Paysage suisse »*, Berne, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage.
- OFEFP (1999). *Marges proglaciaires et plaines alluviales alpines en tant que zones alluviales, rapport technique*, Berne.
- Panizza M., Fabbri A.G., Marchetti M., Patrono A. (1996) (Eds.). *Geomorphological analysis and evaluation in environmental impact assessment*, Enschede, ITC Publications.
- Panizza M., Piacente S. (1993). Geomorphological assets evaluation, *Zeitschr. für Geomorphologie N.F.*, Suppl. Bd. 87, 13-18.
- Panizza M., Piacente S. (2003). *Geomorfologia culturale*, Bologna, Pitagora Ed.

- Perritaz L., Monbaron M., Brasey J. (1993). Géomorphologie et étude d'impact : trois cas pratiques en Ajoie, *Cahiers de l'Institut de Géographie de Fribourg*, 9, 131-156.
- Pralong J.-P. (en prép.). A Method for Assessing Tourist Potential and Use of Geomorphological Sites, *Géomorphologie*, submitted.
- Pralong J.-P., Reynard E. (2004). A proposal for a classification of geomorphological sites depending on their tourist value, *Il Quaternario*, Special Issue, in press.
- Quaranta G. (1993). Geomorphological assets: conceptual aspect and application in the area of Croda da Lago (Cortina d'Ampezzo, Dolomites), In: Panizza M., Soldati M., Barani D. (Eds.). *European Intensive Course on Applied Geomorphology – Proceedings*, Istituto di Geologia, Università degli Studi di Modena, 49-60.
- Reynard E. (2004). La géomorphologie et la création des paysages, In: Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). *Paysages géomorphologiques*, Compte-rendu du séminaire de 3^{ème} cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches N° 27, 2004, 9-20.
- Reynard E., Gentizon C. (2004). Les instruments de protection du paysage en Suisse: état des lieux, In: Reynard E., Pralong J.-P. (Eds.). *Paysages géomorphologiques*, Compte-rendu du séminaire de 3^{ème} cycle CUSO 2003, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches N° 27, 2004, 95-109.
- Reynard E., Holzmann C., Guex D., Summermatter N. (2003) (Eds.). *Géomorphologie et tourisme*, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et Recherches N° 24.
- Rieder J. (1999). *Inventaire des géotopes de la commune de La Chaux-de-Fonds*, République et canton de Neuchâtel, Département de la gestion du territoire, Office de la conservation de la nature.
- Rivas V., Rix K., Frances E., Cendrero A., Brunsden D. (1997). Geomorphological indicators for environmental impact assessment: consumable and non-consumable geomorphological resources, *Geomorphology*, 18, 169-182.
- Spicher M. (1996). EIE-N16 projet définitif. Expertise section 2. Géomorphologie et paysage, Université de Fribourg, Institut de Géographie, Groupe de recherche en géomorphologie.
- Stuber A. (1993). La géomorphologie dans les domaines de la protection de la nature et du paysage. Exemples d'applications cartographiques, In: Schoeneich P., Reynard E. (Eds.). *Cartographie géomorphologique, cartographie des risques*, Lausanne, Institut de Géographie, Travaux et recherches N° 9, 45-51.
- Stürm B., Heinz R., Keller O. et al. (2003). *Geotopinventar Kanton St.-Gallen*, St.-Gallen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft St.-Gallen.
- Tenthorey G. (1994). *Paysage géomorphologique du Haut-Val de Réchy (Valais, Suisse) et hydrologie liée aux glaciers rocheux*, Université de Fribourg, Faculté des Sciences, Thèse de doctorat.
- Vogel A. (1986). *Inventar der geologisch – geomorphologisch schützenswerten Landschaften und Objekte im Kanton Zug*, Kanton Zug, Baudirektion, Amt für Raumplanung.
- Vogel A. (1995). *Inventar der geologisch/geomorphologisch schützenswerten Landschaften und Objekte im Kanton Luzern*, Schlussbericht, Kanton Luzern, Amt für Natur- und Landschaftsschutz.
- Weidmann M. (1994). *Geotop-Inventar '94 – das Dossier. Erfassung schutzwürdiger erdwissenschaftlicher Objekte (Geotope) in Graubünden*, Chur, Kanton Graubünden, Amt für Landschaftspflege und Naturschutz.